

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-290341

(43)Date of publication of application : 05.11.1996

(51)Int.Cl.

B23Q 5/28

(21)Application number : 07-123111

(71)Applicant : HITACHI SEIKI CO LTD

(22)Date of filing : 24.04.1995

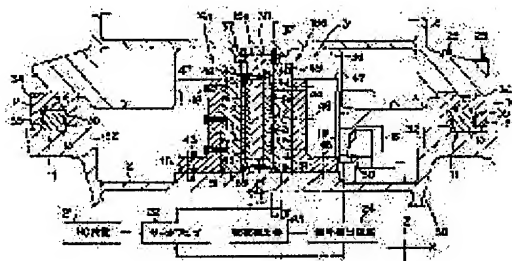
(72)Inventor : TSUBOTA TOSHIO
IRIE TATSUO

(54) MOVING DEVICE FOR MOVING BODY IN MACHINE TOOL

(57)Abstract:

PURPOSE: To increase driving force for moving a moving body and reduce pressing load by magnetic attracting force applied to a guide device for guiding and supporting the moving body.

CONSTITUTION: A moving device 30 is provided with a guide device 11 for supporting a column 3 movably to the bed 2 of a machining center, and a linear motor 31 for generating driving force by magnetic force so as to move the column 3 in relation to the bed 2. The linear motor 31 is provided with a first magnet part 15a provided at the column 3 and having one surface 44 and the other surface 44 disposed back to back, and a pair of second magnet parts 16a provided at the bed 2 and respectively disposed in opposition to both surface 44 of the first magnet part 15a so as to generate magnetic force between them and the first magnet part 15a.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-290341

(43) 公開日 平成8年(1996)11月5日

(51) Int.Cl.⁶

B 2 3 Q 5/28

識別記号

庁内整理番号

F I

B 2 3 Q 5/28

技術表示箇所

B

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平7-123111

(22) 出願日 平成7年(1995)4月24日

(71) 出願人 000233321

日立精機株式会社

千葉県我孫子市我孫子1番地

(72) 発明者 坪田 利雄

千葉県我孫子市我孫子1番地 日立精機株式会社内

(72) 発明者 入江 龍夫

千葉県我孫子市我孫子1番地 日立精機株式会社内

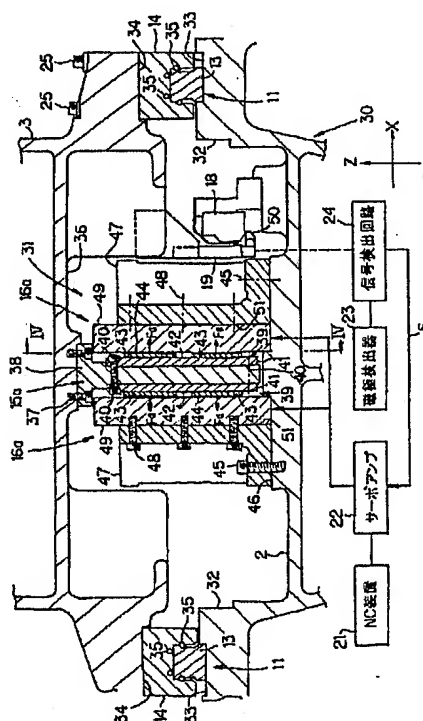
(74) 代理人 弁理士 宮地 暖人

(54) 【発明の名称】 工作機械における移動体の移動装置

(57) 【要約】

【目的】 移動体を移動させる推進力を増大させ、且つ移動体を案内支持するガイド装置に掛かる磁気吸引力による押し付け荷重を軽減する。

【構成】 マシニングセンタのベッド2に対してコラム3を移動自在に案内支持するガイド装置11と、磁気力による推進力を発生させてコラム3をベッド2に対して移動させるリニアモータ31とを備えた移動装置30であって、リニアモータ31は、コラム3に設けられて一方の表面44と他方の表面44とを背中合わせに配設した第1の磁石部15aと、ベッド2に設けられ、第1の磁石部15aの前記両表面44にそれぞれ対向して配設され、第1の磁石部15aとの間にそれぞれ磁気力を発生させる一対の第2の磁石部16aとを備えている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 工作機械の基体に対して移動体を移動自在に案内支持するガイド装置と、磁気力による推進力を発生させて前記移動体を前記基体に対して移動させるリニアモータとを備えた移動装置であって、

前記リニアモータは、

前記移動体及び前記基体のいずれか一方に設けられて一方の表面と他方の表面とを背中合わせに配設した第1の磁石部と、

前記移動体及び前記基体のいずれか他方に設けられ、前記第1の磁石部の前記両表面にそれぞれ対向して配設され、前記第1の磁石部との間にそれぞれ前記磁気力を発生させる一対の第2の磁石部とを備えたことを特徴とする工作機械における移動体の移動装置。

【請求項2】 前記第1の磁石部の前記一方の表面と前記一方の第2の磁石部との間、及び前記第1の磁石部の前記他方の表面と前記他方の第2の磁石部との間にそれぞれ発生する前記磁気力による磁気吸引力を略同一にしたことを特徴とする請求項1に記載の工作機械における移動体の移動装置。

【請求項3】 前記ガイド装置と前記移動体の移動方向とがなす面に対して、前記第1、第2の磁石部を略垂直方向に配設したことを特徴とする請求項2に記載の工作機械における移動体の移動装置。

【請求項4】 前記移動体の移動方向が略水平の場合に、前記第1、第2の磁石部を略水平方向に配設し、前記第1の磁石部の上面とその上側に配設された前記第2の磁石部との間に発生する前記磁気力による上方への磁気吸引力を、前記第1の磁石部の下面とその下側に配設された前記第2の磁石部との間に発生する前記磁気力による下方への磁気吸引力よりも大きくして、この磁気吸引力の差により前記移動体に上方への力を付与することを特徴とする請求項1に記載の工作機械における移動体の移動装置。

【請求項5】 前記磁気吸引力の差と、前記移動体の自重を含む下方への合計荷重とを略同一にしたことを特徴とする請求項4に記載の工作機械における移動体の移動装置。

【請求項6】 前記第1の磁石部は前記移動体に固定され、前記一対の第2の磁石部は前記基体に固定されていることを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の工作機械における移動体の移動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、工作機械における移動体の移動装置に関し、特にリニアモータを駆動して移動体を基体に対して移動させる移動装置に関する。

【0002】

【従来の技術】マシニングセンタ（以下、MCと記載）など工作機械には、移動体を基体に対してX、Y、Z軸

方向にそれぞれ往復移動させる移動装置が設けられている。例えば移動装置により、ベッドに対してテーブル及びコラムをX、Y軸方向にそれぞれ移動させ、また、コラムに対して主軸頭をZ軸方向に相対移動させている。従来からこの移動装置には、ボールねじとこれを駆動するサーボモータとを組合せた機構が使用されているが、工作機械の生産能力を上げるために、移動体の移動速度を速くする種々の工夫がなされている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、ボールねじとサーボモータとを組合せた前記機構を用いて加工精度を高精度に維持するためには、移動速度としては、例えば通常は約30乃至40[m/min]、最大で約50[m/min]が限界であった。これは、ボールねじを高速で動かすと、発生する熱による熱変位が大きくなったり移動速度の急激な変化等により、移動体の位置決め誤差が発生しやすくなるからである。

【0004】そこで、近年は、ボールねじを用いた機構より3乃至4倍の速度で移動体を移動させることができるリニアモータを用いた移動装置が提案されている。この装置の場合には、例えば約100乃至120[m/min]で移動させることが可能になる。この移動装置は、工作機械の基体に対して移動体を移動自在に案内支持するガイド装置と、磁気力による推進力を発生させて移動体を基体に対して移動させるリニアモータとを備えている。工作機械の移動体の質量は大きく、またワーク加工時の切削力も大きいので、この移動のための推進力を得るには強力な磁気力を発生させる必要がある。そのため、リニアモータが大型化するとともにモータ用のスペースも大きくなっていった。

【0005】また、ガイド装置には磁気吸引力（例えば、30,000乃至50,000[N（ニュートン）]）が掛かって、摺動部が強く押し付けられることになる。摺動部におけるこの圧力を下げようとすると、ガイド装置が大型化するとともに大きなスペースを必要とし、摺動部の寿命が短くなり、コストアップになっていた。また、ガイド装置の摺動部を押し付ける磁気吸引力は、移動体を移動させる推進力の約3乃至4倍になるので、磁気吸引力を所定値以下に抑えると、移動のための十分な推進力を得ることができなかった。特開平6-79562号公報にはリニアモータを有する移動装置が開示されているが、この移動装置の具体的な構成及びその作用効果等は明らかにされていない。

【0006】本発明は、斯かる課題を解決するためになされたもので、移動体を移動させる推進力を増大させ、且つ移動体を案内支持するガイド装置に掛かる磁気吸引力による押し付け荷重を軽減することができる工作機械における移動体の移動装置を提供することを目的とする。また、本発明の別の目的は、ガイド装置に掛かる総合荷重を軽減又は零にすることである。さらに、本発明

の別の目的は、リニアモータを小型化することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】 上述の目的を達成するため、本発明にかかる工作機械における移動体の移動装置は、工作機械の基体に対して移動体を移動自在に案内支持するガイド装置と、磁気力による推進力を発生させて前記移動体を前記基体に対して移動させるリニアモータとを備えた移動装置であって、前記リニアモータは、前記移動体及び前記基体のいずれか一方に設けられて一方の表面と他方の表面とを背中合わせに配設した第1の磁石部と、前記移動体及び前記基体のいずれか他方に設けられ、前記第1の磁石部の前記両表面にそれぞれ対向して配設され、前記第1の磁石部との間にそれぞれ前記磁気力を発生させる一対の第2の磁石部とを備えたものである。

【0008】 前記移動体の移動方向が略水平又は略垂直の場合に、好ましくは、前記第1の磁石部の前記一方の表面と前記一方の第2の磁石部との間、及び前記第1の磁石部の前記他方の表面と前記他方の第2の磁石部との間にそれぞれ発生する前記磁気力による磁気吸引力を略同一にしている。この場合に、前記ガイド装置と前記移動体の移動方向とがなす面（例えば、水平面）に対して、前記第1、第2の磁石部を略垂直方向に配設するのが好ましい。

【0009】 前記移動体の移動方向が略水平の場合に、好ましくは、前記第1、第2の磁石部を略水平方向に配設し、前記第1の磁石部の上面とその上側に配設された前記第2の磁石部との間に発生する磁気力による上方への磁気吸引力を、前記第1の磁石部の下面とその下側に配設された前記第2の磁石部との間に発生する磁気力による下方への磁気吸引力よりも大きくして、この磁気吸引力の差により前記移動体に上方への力を付与している。この場合に、前記磁気吸引力の差と、前記移動体の自重を含む下方への合計荷重とを略同一にするのが好ましい。

【0010】 なお、前記第1の磁石部を前記移動体に固定し、前記一対の第2の磁石部を前記基体にそれぞれ固定するのが好ましい。

【0011】

【作用】 本発明においては、第1の磁石部の一方の表面とこれに対向する一方の第2の磁石部とによって第1の磁界が生じる。また、第1の磁石部の他方の表面とこれに対向する他方の第2の磁石部とによって第2の磁界が生じる。これら第1、第2の磁界は第1の磁石部の両側にそれぞれ生じて、移動体を移動させる推進力を生成することになる。第1、第2の磁界により、移動体と基体とを引き寄せる磁気吸引力が作用するが、これら磁気吸引力の作用する方向が逆方向なので互いに相殺される。したがって、磁気吸引力に基づくガイド装置の摺動部への押し付け荷重は軽減されることになり、好ましくは殆

ど零になる。

【0012】

【実施例】 以下、本発明の実施例を図1乃至図7を参照して説明する。

（第1実施例） 図1乃至図4は本発明の第1実施例を説明するための図で、図1は工作機械の平面図、図2は移動体の移動装置の概念を示す概略平面図、図3は本実施例に係る移動装置を示す拡大正面断面図、図4は図3のIV-IV線断面図である。

【0013】 図1に示すように、本実施例は工作機械として立形のMC（マシニングセンタ）1の場合を示しているが、横形MC、数値制御旋盤など他の種類の工作機械であってもよい。MC1においては、ベッド2の上にコラム3が立設されており、コラム3には主軸頭4がZ軸方向に移動可能に取付けられている。コラム3がベッド2上をY軸方向に移動し、テーブル5がベッド2上をX軸方向に移動することにより、テーブル5に載置されたパレット6上のワークを、主軸頭4の主軸7に装着された工具により切削加工する。MC1の側部には、パレット6をMC1に対して自動的に交換する自動パレット交換装置（APC）8が設置されている。なお、主軸7の軸線方向をZ軸とし、これに直交して直交座標系をなす各方向をX軸、Y軸とする。

【0014】 次に、リニアモータ（以下、モータと記載）を有する移動装置の概念について、図2に基づいて説明する。例えば、基体としてのベッド2に対して移動体としてのコラム3（又はテーブル5）が往復移動する。なお、主軸頭4を移動体とすればコラム3が基体になって、主軸頭4が相対移動することになる。

【0015】 図示するように、移動装置10は、工作機械の基体（ベッド2）に対して移動体（コラム3）を移動自在に案内支持するガイド装置11と、磁気力による推進力を発生させて前記移動体を前記基体に対して往復移動させるモータ（リニアモータ）12とを備えている。図2では、モータ12が水平方向に配設された場合を示している。ガイド装置11は、Y軸方向に向けてベッド2に取付けられた平行な一対のレール13と、レール13にそれぞれ2個ずつつくり摺動自在に係合する合計4個のナット部材14とを備えている。ナット部材14はコラム3の下部に取付けられてこれを支持している。

【0016】 モータは、移動体及び基体のいずれか一方に設けられた第1の磁石部15と、移動体及び基体のいずれか他方に設けられ、第1の磁石部15との間に磁気力を発生させる第2の磁石部16とを備えている。図示するモータ12では、第1の磁石部15がコラム3に取付けられ、第2の磁石部16がY軸方向に向けて延びた状態でベッド2に取付けられている。第2の磁石部16は、一対のレール13と平行且つその内方の中心部に配設されている。図示する移動装置10では、第1の磁石

部15には電磁石が用いられ、第2の磁石部16には多数の永久磁石17が列設されている。コラム3のY軸方向の移動範囲を規制するためのストッパ20を、ベッド2にY軸方向両端に位置して取付けることにより、コラム3がY軸方向の外方に飛び出さなくなっている。

【0017】一方のレール13の近傍には、コラム3のY軸方向の位置決めをするためのリニアスケール18が、レール13と平行にY軸方向に延びて取付けられている。リニアスケール18と、コラム3に取付けられた位置検出器19とにより、コラム3のY軸方向の現在位置を検出している。モータ12の制御は、数値制御(NC)装置21と、NC装置21からの制御信号を増幅して第1の磁石部15の電磁石に所定の電流を流すためのサーボアンプ22とにより行われる。第1の磁石部15の電磁石の磁極を検出する磁極検出器23の出力信号と、コラム3用の位置検出器19の出力信号は、信号検出回路24を介してサーボアンプ22にフィードバックされる。

【0018】サーボアンプ22から第1の磁石部15の電磁石に電流を流して移動磁界を作り出すことにより、第1、第2の磁石部15、16の間に磁気力を発生させる。この磁気力による推進力に基づいて、コラム3はナット部材14を介してレール13に案内されながらY軸方向に往復移動する。レール13及びナット部材14は高精度に形成されており、検出器19によりコラム3の正確な位置を検出しているため、コラム3は高精度な移動動作を行う。

【0019】次に、本実施例における具体的な移動装置を図3及び図4に基づいて説明する。MC1には、X、Y、Z軸方向の各移動動作に対してそれぞれ本発明の移動装置が設置されているが、ベッド2に対してコラム3を移動させる場合即ちY軸に関する往復移動に使用される移動装置30を例にとって説明する。

【0020】図3に示すように、本実施例のモータ31は移動方向に対して左右対称の構造を有している。モータは、移動体及び基体のいずれか一方に設けられて一方の表面と他方の表面とを背中合わせに配設した第1の磁石部と、前記移動体及び前記基体のいずれか他方に設けられ、前記第1の磁石部の前記両表面にそれぞれ対向して配設され、前記第1の磁石部との間にそれぞれ前記磁気力を発生させる一対の第2の磁石部とを備えている。図2に示す移動装置10は、移動体の移動方向が水平方向で、第1、第2の磁石部15、16を水平方向に配設したのに対して、図3に示す移動装置30は、ガイド装置と移動体の移動方向とがなす面に対して、第1、第2の磁石部を垂直方向に配設した場合を示している。

【0021】図3及び図4に示すように、コラム3は、左右一対のガイド装置11によりベッド2に対して移動自在に案内支持されており、ガイド装置11は「リニア

ベアリング」とも呼ばれている。ベッド2の左右両側には、上方に突出し且つY軸方向に長い支持部32が一体的に形成されている。ガイド装置11のレール13は、支持部32の上面に形成された溝部33に固定されている。コラム3の左右両側の下面34には、ナット部材14がボルト25によりそれぞれ2個ずつ固定されている。ナット部材14は、レール13に被さった状態で複数のボール35を介してレール13にころがり接触しており、レール13に対して上方に抜け出ないように拘束されている。

【0022】モータ31は両ガイド装置11の中央部に配設されており、第1の磁石部15aと左右一対の第2の磁石部16aとを備えている。第1の磁石部15aはコラム3に取付けられており、コラム3の中央下面36の下方に配設されている。中央下面36には、ステイ38がボルト37など締結部材により下方に向けて固定されている。ステイ38は、断面T状を有するとともに、図4に示すようにY軸方向に延びた矩形状を有している。一対の磁石アセンブリ39が、ステイ38の両面にボルト40など締結部材によりそれぞれ固定されている。磁石アセンブリ39は、ステイ38と略同じY軸方向の長さを有しステイ38の表面に密着して固定される矩形状の板状ボディ41と、ボディ41の外表面42に固着されてY軸方向に二列に列設された複数の第1の磁石としての永久磁石43とを備えている。これにより、図3の右方の永久磁石43の表面44と、左方の永久磁石43の表面44とが、背中合わせに配設されている。

【0023】一対の第2の磁石部16aは、第1の磁石部15aを挟んでベッド2に取付けられている。第2の磁石部16aは、ボルト45など締結部材を介してベッド2の上面46に固定された断面L字状の基台47と、基台47の立設部の内方表面51にボルト48など締結部材を介して密着固定された第2の磁石としての電磁石49とを備えている。電磁石49はY軸方向に延びた矩形状を有しており、本実施例ではコラム3のY軸方向の寸法と略同一の長さを有している。第1の磁石部15aはコラム3と一体になって所定のストロークの範囲で往復移動するが、磁石アセンブリ39が電磁石49のY軸方向の全体に常時対向するように、電磁石49及び磁石アセンブリ39のY軸方向の各寸法が決められている。

【0024】図3に示すように、一対の電磁石49は、左右の磁石アセンブリ39の永久磁石43の表面44に、微小なギャップを介してそれぞれ対向している。したがって、電磁石49を励磁すれば、図中左方の電磁石49と左方の永久磁石43との間、及び図中右方の電磁石49と右方の永久磁石43との間には、それぞれ磁界が発生して磁気力が作用することになる。これら左右の磁気力による磁気吸引力が略同一になるように、永久磁石43及び電磁石49が選定されている。

【0025】ベッド2にはY軸方向に向けてリニアスケ

ール18が取付けられている。リニアスケール18は、コラム3のY軸方向のストロークに相当する距離以上の長さを有している。コラム3の下部には、コラム3のY軸方向の現在位置を検出するためのL字型の検出器19が取付けられている。検出器19の先端の検出部50が、リニアスケール18のY軸方向の位置を例えば光学的に検出することにより、コラム3の現在位置を検出している。検出器19とリニアスケール18とで検出することにより、略±10(μm)程度の高精度でコラム3の位置決めがなされ得る。第2の磁石部16aには、移動磁界を形成する電磁石49の磁極を検出する磁極検出器23が取付けられている。磁極検出器23及び検出器19の各出力信号は信号検出回路24に入力し、信号検出回路24からの出力Sはフィードバック信号として前記と同様にしてサーボアンプ22に送られる。

【0026】次に、本実施例の動作について説明する。パレット6上のワークを主軸7に装着された工具により加工する時には、コラム3をY軸方向に移動させる必要がある。そのためには、先ず、NC装置21から出力される制御信号をサーボアンプ22により増幅して、両方の電磁石49に電流を供給する。すると、電磁石49は励磁されて移動磁界を発生させるので、電磁石49とこれに対向する永久磁石43との間に強力な磁界が生じる。この磁界により生じた磁気力に基づく推進力Fが左右の磁石アセンブリ39にそれぞれ作用するので、第1の磁石部15aとともにコラム3はガイド装置11に案内支持されながら、矢印Bに示すように高速でY軸方向に移動し、工具によるワークの加工が行われる。

【0027】この場合に、前記磁気力は、コラム3をY軸方向に移動させる推進力Fに加えて、永久磁石43を電磁石49側に引っ張る磁気吸引力F_aを発生させる。例えば、図3の右方の永久磁石43と電磁石49とにより発生する推進力Fが約8,000[N]の場合、第1の磁石部15aを図中右方に吸引する磁気吸引力F_aの合計値は約28,000[N]に達する。

【0028】そこで、本実施例では、モータ31を左右対称形にして同一の磁気吸引力F_aが互いに逆方向に働くようにしている。これにより、左右両方向の磁気吸引力F_aが互いに相殺されて、ガイド装置11の摺動部には磁気吸引力F_aによる押し付け荷重は一切作用しない。即ち、ガイド装置11には、コラム3の自重(例えば、約20,000[N])及び切削動作による荷重が主として作用することになる。このように、リニアモータ31を使用してもガイド装置11の定格押し付け荷重は、ボールねじが使用されていた従来と同様の値になるので、質量の大きいコラム3であっても高速(例えば、約100乃至120[m/min])でスムーズに移動し、高精度な位置決めができる。またガイド装置11が大型化することがないので、そのためのスペースを削減でき且つその摺動部の寿命も延びることになり、移動装

置30の製造コストを削減することができる。

【0029】第1の磁石部15aを挟んで一對の第2の磁石部16aを設けたので、第1の磁石部15aの左右両面にそれぞれ推進力Fが作用することになり、合計で二倍の推進力2×F(例えば、2×8,000=16,000[N])でコラム3を移動させることができる。したがって、コラム3を移動させる推進力を倍増させることができる。コラム3の移動方向に対して左右に同一の磁気吸引力F_aを働かせたので、移動時における左右の力のバランスを均等に行うことができることになり、コラム3の移動動作がスムーズになる。

【0030】(第2実施例)図5は本発明の第2実施例に係る移動装置30aの部分正面断面図である。第1実施例ではステイ38を使用していたが、本実施例ではステイを省略している。即ち、第1の磁石部15bにおいて、一枚の板状のボディ41aをボルト37など締結部材によりコラム3の中央下面36に固定している。永久磁石43はボディ41aの両外面42に固着している。このようにすれば、ステイを省略し且つボディ41aを一枚にすることができる。したがって、第1の磁石部15bの構成を簡略化でき、また、ボディ41aの板厚を薄くすればリニアモータ31aを小型化することができる。

【0031】図6は第2実施例の変形例を示す移動装置30bの部分正面断面図である。図3及び図5においては永久磁石43をボディ41、41aの外面42に固着していた。これに対して、図6に示すように、第1の磁石部15cにおいて、ボディ41bをコラム3に固定し、第1の磁石としての永久磁石43aをボディ41bに貫通させて固定すれば、永久磁石43aの個数が半減する。第1の磁石部15cの一方の表面と他方の表面とは背中合わせに配設されたことになる。これにより、第1の磁石部15cの構造を簡略化してその組立作業を容易にすることができる。特に、永久磁石は高価でありモータのコストの大きな要因であるが、その個数を半減させることにより大幅なコストダウンを実現できる。また、ボディ41bを薄くできるので、第1の磁石部15cの全体の厚みを薄くしてリニアモータ31bを小型化することができる。図3及び図5においては永久磁石の片面のみを利用していたが、図6の実施例では、永久磁石43aの両面を使って磁気力を発生させているので永久磁石の有効利用ができる。なお、第2実施例においても第1実施例と同様の作用効果を奏する。

【0032】(第3実施例)図7は本発明の第3実施例に係る移動装置30cの部分正面断面図である。基体(ベッド2a)に対して移動体(コラム3a)を水平方向に移動させる場合には、図7に示すように、モータを水平に配設することもできる。この場合に、第1の磁石部の上面とその上方にある一方の第2の磁石部61との間に発生する磁気力による磁気吸引力と、第1の磁石部

の下面とその下方にある他方の第2の磁石部63との間に発生する磁気力による磁気吸引力とを略同一にしてもよい。このようにすれば、上下方向の各磁気吸引力が相殺されるので、ガイド装置11には磁気吸引力に基づく押し付け荷重は作用せず、第1実施例と同様の作用効果を奏する。

【0033】本第3実施例ではこれを更に発展させており、図7は好ましい実施例を示している。即ち、移動体の移動方向が水平の場合に、第1の磁石部64と一对の第2の磁石部61、63を水平方向に配設し、第1の磁石部の上面とその上側に配設された第2の磁石部61との間に発生する磁気力による上方への磁気吸引力 F_c を、第1の磁石部の下面とその下側に配設された第2の磁石部63との間に発生する磁気力による下方への磁気吸引力 F_b よりも大きくして、この磁気吸引力の差($F_c - F_b$)により移動体3aに上方への力を付与している。その結果、移動体3aには上方に持ち上げられる力が作用することになる。

【0034】モータ31cの第1の磁石部64はコラム3aの下部から水平方向に突出している。第1の磁石部64のステイ38cは、ボルト65など締結部材によりコラム3aの底部66に固定されている。ステイ38cの上下面には二組の磁石アセンブリ39aがボルト67など締結部材によりそれぞれ固定されている。上方の磁石アセンブリ39aは、ステイ38cの上面に密着するボディ41cと、ボディ41cの上面に固着された第1の磁石としての永久磁石60とを備えている。下方の磁石アセンブリ39aは、ステイ38cの下面に密着するボディ41cと、ボディ41cの下面に密着する第1の磁石としての永久磁石62とを備えている。このように、第1の磁石部64は、上方の永久磁石60の表面と下方の永久磁石62の表面とを背中合わせに配設することにより、上下に対称な構造をなしている。

【0035】第2の磁石部61、63は第1の磁石部64を挟んで永久磁石60、62の表面にそれぞれ対向して配設され、第2の磁石部61と永久磁石60との間、及び第2の磁石部63と永久磁石62との間に、それぞれ磁気力を発生させるようにしている。第1の磁石部64は、第1実施例と同様にY軸方向に長い形状を有している。ベッド2aの上面46aには、ボルト68など締結部材を介して第2の磁石部63、61の基台69、70が締結固定されている。基台69は全体的に矩形状をなしており、基台70は半円形の断面形状を有している。

【0036】永久磁石62に対向する下方の第2の磁石部63の電磁石71は、ボルト72など締結部材により基台69に固定されている。永久磁石60に対向する上方の第2の磁石部61の電磁石73は、ボルト74など締結部材により基台70に固定されている。上方の電磁石73のY軸方向の長さを下方の電磁石71より長くす

ることにより、電磁石71に対する電磁石73の磁気力の強さを例えば約1.5倍にしている。

【0037】上側の電磁石73には上側磁石用サーボアンプ22aから所定の電流が供給され、下側の電磁石71には下側磁石用サーボアンプ22bから所定の電流が供給されるようになっている。各サーボアンプ22a、22bにはNC装置21から制御信号が出力される。各電磁石71、73には磁極検出器が設けられており、この磁極検出器の出力信号及びコラム3aのY軸方向の現在位置を検出する位置検出器の出力信号が信号検出回路に送られる。この信号検出回路を介して、前記と同様にしてフィードバック信号 S_a 、 S_b がサーボアンプ22a、22bにそれぞれ送られる。

【0038】本第3実施例によれば、下方の第2の磁石部63による下方への磁気吸引力 F_b より、上方の第2の磁石部61による磁気吸引力 F_c の方が大きいので、その磁気吸引力の差($F_c - F_b$)に相当する上方への引っ張り力が第1の磁石部64に作用する。この上方への引っ張り力と、コラム3aの自重及び工具の切削作業による下方への押し付け負荷等を合計した下方への合計荷重とを略同一にすれば、上下方向の力がバランスしてガイド装置11に掛かる総合荷重がほぼ零になる。

【0039】ガイド装置11には下方への押し付け荷重は殆ど掛からなくなるので、コラム3aはY軸方向に更に高速でスムーズに移動することができるとともに、ガイド装置11を更に小型化することができる。なお、ガイド装置11のナット部材14は、上方に抜け出ないようになっているのでレール13に係合しながら安全にころがり摺動する。なお、第3実施例における第1の磁石部を、図5及び図6に示す第2実施例における第1の磁石部と同様の構成にすれば同様の効果を奏するので好ましい。

【0040】以上説明したとおり、本発明では、一对の第2の磁石部により第1の磁石部を挟んだので、移動体を移動させる推進力を増大させることができる。したがって、移動装置は、大きな推進力を要求される工作機械に適用することができる。また、リニアモータを小型化して必要なスペースを小さくすることができる。なお、前記各実施例において電磁石と永久磁石を入れ替えてもよいが、第1、第2の磁石部の両方に電磁石を用いてもよい。第1の磁石部は同一表面に対して永久磁石が二列に列設された場合を示したが、永久磁石は一列であってもよい。第1の磁石部を基体に、第2の磁石部を移動体に設けてもよい。

【0041】また、本発明に係る移動装置を、工作機械以外の機械、例えば印刷機械、プレス、レーザ加工機などの大きな推進力を必要とし且つ大きな押し付け荷重がガイド装置に掛かる機械に適用しても、同様の作用効果を奏する。なお、各図中同一符号は同一又は相当部分を示す。

【0042】

【発明の効果】本発明は上述のように構成したので、移動体を移動させる推進力を増大させ、且つ移動体を案内支持するガイド装置に掛かる磁気吸引力による押し付け荷重を軽減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1乃至図4は本発明の第1実施例を説明するための図で、図1は工作機械の平面図である。

【図2】移動体の移動装置の概念を示す概略平面図である。

【図3】第1実施例に係る移動装置を示す拡大正面断面図である。

【図4】図3のIV-IV線断面図である。

【図5】本発明の第2実施例に係る移動装置の部分正面断面図である。

【図6】第2実施例の変形例を示す移動装置の部分正面断面図である。

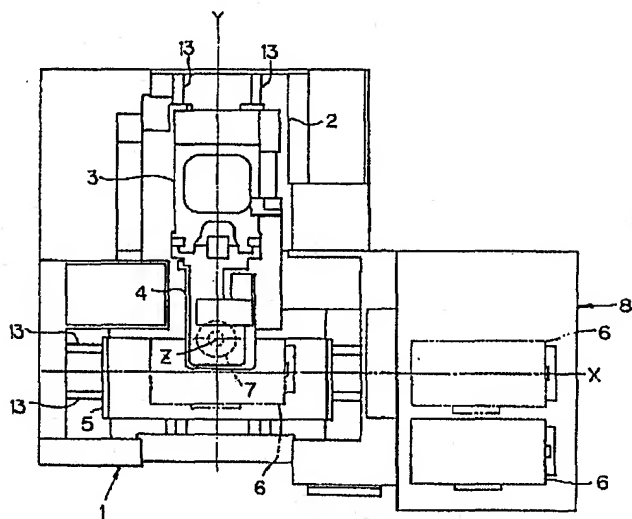
【図7】本発明の第3実施例に係る移動装置の部分正面

断面図である。

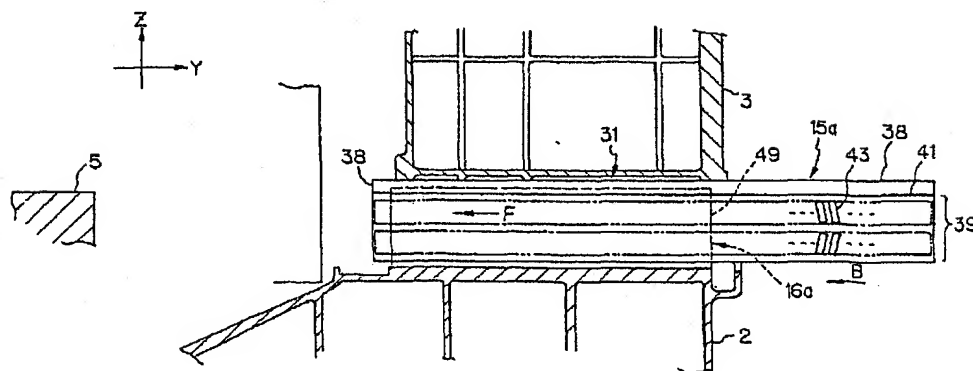
【符号の説明】

- | | |
|-------------------|------------------|
| 1 | 立形マシニングセンタ（工作機械） |
| 2, 2a | ベッド（基体） |
| 3, 3a | コラム（移動体） |
| 10 | 移動装置 |
| 11 | ガイド装置 |
| 12 | リニアモータ |
| 15, 15a, 15b, 15c | 第1の磁石部 |
| 16, 16a | 第2の磁石部 |
| 30, 30a, 30b, 30c | 移動装置 |
| 31, 31a, 31b, 31c | リニアモータ |
| 44 | 表面 |
| 61, 63 | 第2の磁石部 |
| 64 | 第1の磁石部 |
| F | 推進力 |
| Fa, Fb, Fc | 磁気吸引力 |

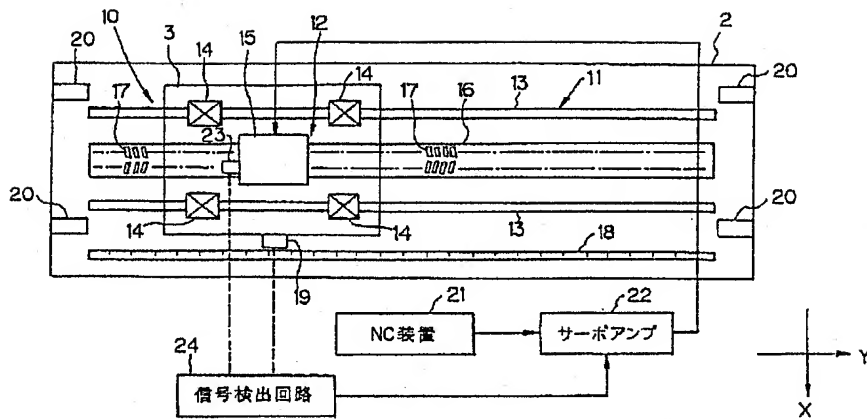
【図1】



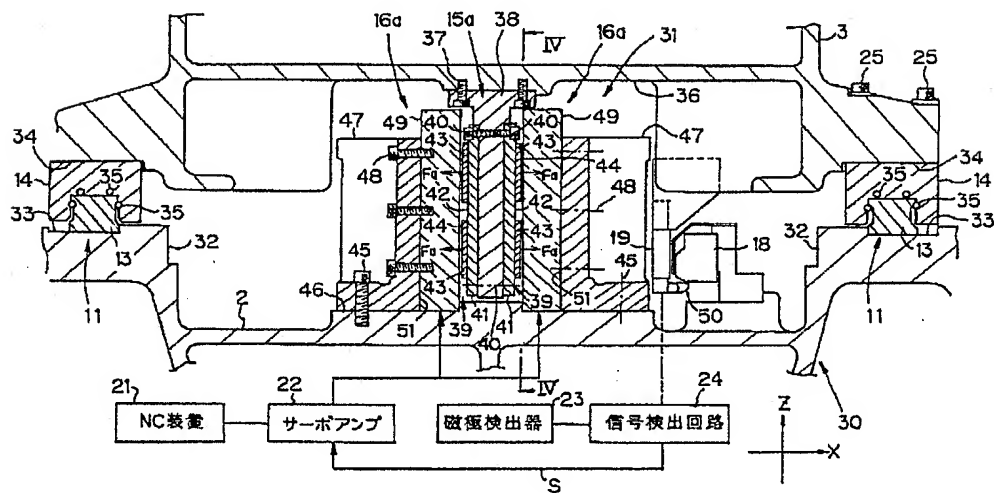
【図4】



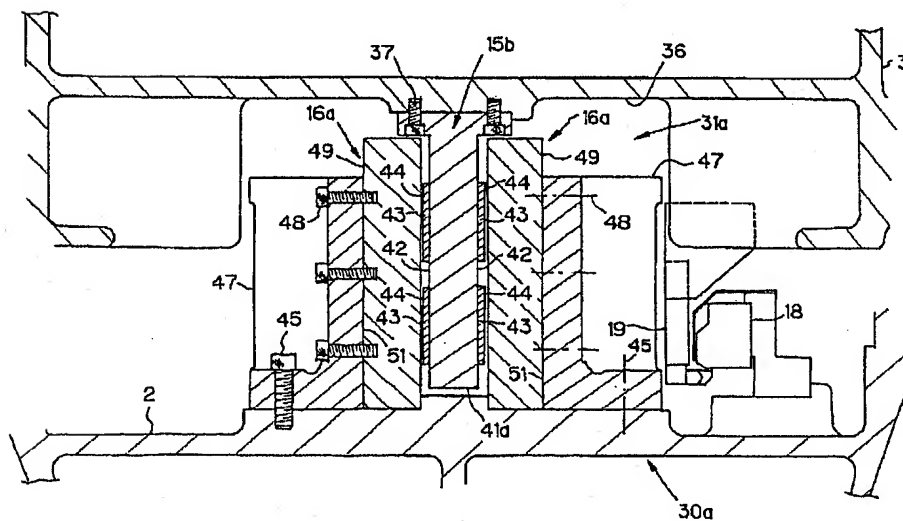
【図2】



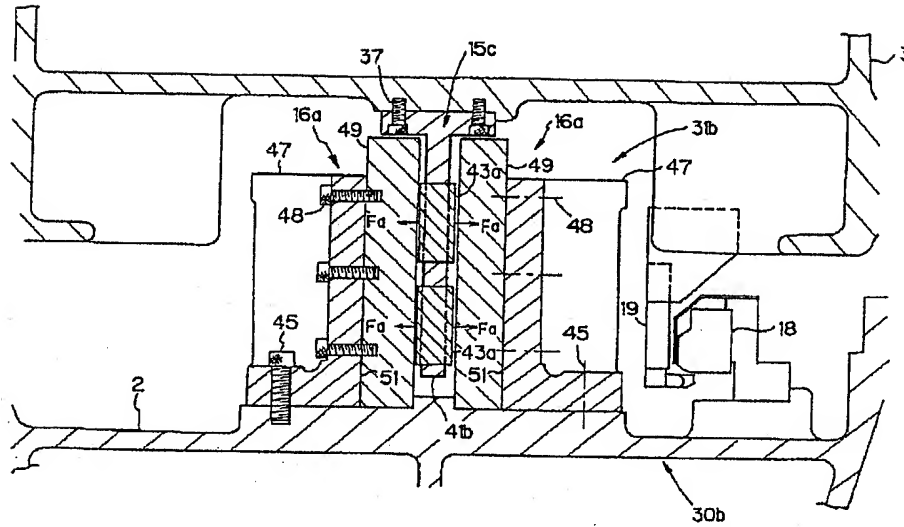
【図3】



【図5】



【図6】



【図7】

